

mata delta

Siatka dyfrakcyjna z płyty kompaktowej

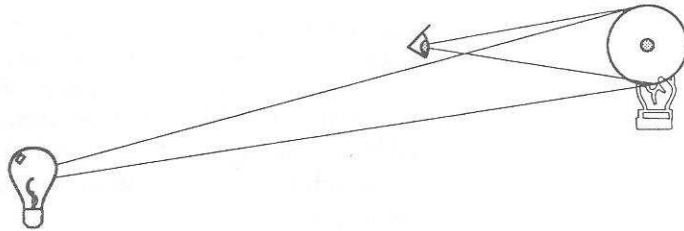
Płyty kompaktowe, zwane CD (od ang. *compact disc*) chyba już na dobre zawojowały rynek fonograficzny. Ich cena zbliża się do cen zwykłych płyt czy też kaset magnetofonowych, natomiast jakość odtwarzanej z nich muzyki jest znacznie lepsza. Zapewne ich wygląd – mienią się wszystkimi kolorami tęczy – też przyczynił się do ich popularyzacji. Na rynku można znaleźć towary, w których płyty kompaktowe wykorzystane są jako element dekoracyjny.

Skąd biorą się te wszystkie kolory, którymi mieni się płyta kompaktowa? Na starym krążku ebonitowym też można zauważyć kolory tęczy, ale efekt jest nieporównywalny. To spostrzeżenie pomoże nam znaleźć odpowiedź na powyższe pytanie.

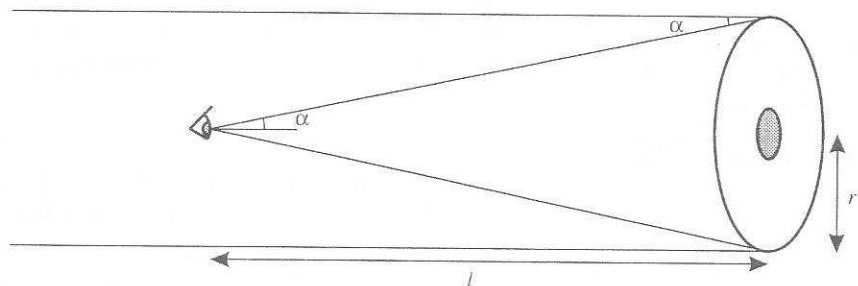
Na krążku ebonitowym dźwięk zapisany jest za pomocą wyrzeźbionego rowka schodzącego się spiralnie do środka. Płyta zachowuje się więc jak siatka dyfrakcyjna dla światła odbitego. Nie jest to dobra siatka, gdyż odstęp między sąsiednimi rowkami wynosi około 0,1 mm. Jest to bardzo dużo w porównaniu z długością fali światła widzialnego, dla którego ta długość wynosi 0,4 – 0,75 μm . Na płycie CD ścieżka dźwiękowa też ma kształt spirali, ale technika oraz wymiary zapisu są zupełnie inne. Zapis muzyki nie jest utrwalony na powierzchni płyty CD. W przezroczystej płycie na głębokości 1,2 mm pod powierzchnią znajduje się warstwa metalizowana, w której informacja jest zakodowana w formie zagłębień o szerokości 0,5 μm i głębokości 0,126 μm . Głębokość zagłębień jest równa 1/4 długości fali światła lasera, aby fala świetlna (której długość wewnątrz płyty wynosi 0,503 μm) odbita od dna zagłębienia była przesunięta w fazie o pół długości względem odbitej od powierzchni metalizowanej. Uzyskuje się w ten sposób efekt zero-jedynkowy: nie ma odbicia, gdy wiązka światła natrafia na odcinek ścieżki z zagłębieniem, i jest odbicie, gdy nie ma zagłębienia. Odstęp między sąsiednimi ścieżkami wynosi 1,6 μm , a więc jest porównywalny z długością fali świetlnej. Stąd płyta CD jest bardzo dobrą siatką dyfrakcyjną, o którą było tak trudno w czasach, gdy chodziłem do szkoły.

Jeśli mamy w domu płytę kompaktową, to możemy wykonać wiele ciekawych doświadczeń. Najprostsze to pomiar długości fali świetlnej.

Proponuję następujący „układ doświadczalny”. Włącz zwykłą żarówkę, stań do niej tyłem w odległości około 2 m i w wyciągniętej ręce trzymaj płytę kompaktową.



Nie trzeba wcale zaciemniać pokoju. Płytę trzymaj tak, aby była oświetlona światłem od żarówki, a odbity obraz żarówki „ginał” w otworze płyty. Teraz powoli zbliżaj płytę do siebie, aż zobaczysz na zewnętrznym obwodzie płyty niebieski okrąg. Poproś kogoś, aby zmierzył odległość płyty od oka.

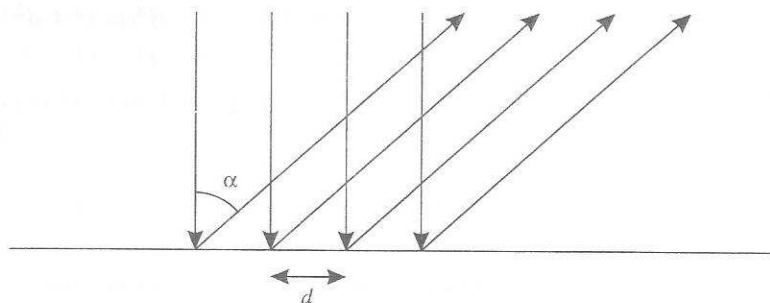


Zbliżając teraz płytę do oka możesz zaobserwować pojawianie się na obwodzie płyty kolejnych kolorów tęczy i schodzenie się ich do środka płyty. Zanotuj odległość płyty od oka dla kilku kolorów pojawiających się na obwodzie. Teraz możemy przystąpić już do wyznaczenia długości fali.

Warunek na wzmocnienie światła odbitego pod kątem α ma postać

$$d \sin \alpha = n \lambda,$$

to znaczy różnica dróg optycznych promieni odbitych musi być wielokrotnością długości fali światła λ . W tym wzorze $d = 1,6 \mu\text{m}$ jest stałą siatki (odległość sąsiednich ścieżek), a n – rzędem maksimum.



Z moich pomiarów wynikło, że pierwszy okrąg niebieski (rzęd $n = 1$) pojawił się dla $l = 21 \text{ cm}$, a czerwony – dla $l = 12 \text{ cm}$. Przyjmując promień płyty równy $5,5 \text{ cm}$, dostaję, że długości fal odpowiadających tym kolorom wynoszą odpowiednio $0,4$ i $0,67 \mu\text{m}$.

Spróbujcie pobawić się płytą kompaktową. Może wpadniecie na inne ciekawe doświadczenia, które warto omówić w *Małej Delcie*.

Małą Deltę przygotował Jan KALINOWSKI